

ANÁLISIS ESTADÍSTICO MULTIVARIADO DE LOS ESTILOS DE APRENDIZAJE PREDOMINANTES EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍAS DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA – II SEMESTRE DE 2006.

RESUMEN

Al ingresar a la universidad el estudiante se ve enfrentado a una variedad de situaciones de aprendizaje que le plantean la puesta en escena de diferentes habilidades para poder alcanzar el objetivo esperado. Una carencia en este sentido puede conducir al estudiante a obtener pobres resultados en su proceso académico y generar finalmente la deserción. El presente artículo describe a través del análisis multivariado como se clasifican los estudiantes de ingeniería de acuerdo con los estilos de aprendizaje que utilizan.

PALABRAS CLAVES: Estadística Multivariada, Componentes principales. Estilos de aprendizaje.

ABSTRACT

When entering the university the student is itself faced a variety of learning situations that raise the putting to him in scene of different abilities to be able to reach the awaited objective. A deficiency in this sense can lead the student to obtain poor men results in its process academic and to generate desertion The finally present article describes de the multivariad is as the students of enginery in agreement with the learning styles classify themselves that use.

KEYWORDS: Multivariate statistics, principal components, Cluster Analysis, learning styles

PATRICIA CARVAJAL OLAYA

Estadística
Magíster en Investigación Operativa y Estadística
Profesora Asistente
Universidad Tecnológica de Pereira
pacarva@utp.edu.co

ALVARO ANTONIO TREJOS CARPINTERO

Estadístico,
Magíster en Investigación Operativa y Estadística
Profesor Asistente
Universidad Tecnológica de Pereira.
alvarot@utp.edu.co

ANGÉLICA MILENA BARROS BERNAL

Psicóloga
Magíster en Educación y Desarrollo Humano
Profesor Catedrático
Universidad Tecnológica de Pereira
angelmbb@utp.edu.co

**Grupo de investigación:
multivariado**

1. INTRODUCCIÓN

Entre las causas de deserción, una de las más importantes se refiere al bajo rendimiento académico de los estudiantes. Al ingresar a la universidad el estudiante se ve enfrentado a una variedad de situaciones de aprendizaje que le plantean la puesta en escena de diferentes habilidades para poder alcanzar el objetivo esperado, adquirir conocimientos. Una carencia en este sentido puede conducir al estudiante a obtener pobres resultados en su proceso académico.

Por lo tanto conocer y clasificar los estudiantes de acuerdo con los estilos de aprendizaje que utiliza, permitirá identificar claramente cuales son sus debilidades y a partir de este reconocimiento diseñar programas de intervención orientados a potenciar dichos estilos de acuerdo con las circunstancias, contextos y situaciones de aprendizaje que experimenten los estudiantes en el ambiente universitario.

Para identificar los estilos de aprendizaje se ha empleado como instrumento de investigación la prueba psicológica "Cuestionario Honey-Alonso de Estilos de Aprendizaje CHAE" elaborada por Catalina M. Alonso y Domingo J. Gallego. Dicha prueba se aplicó a 759 estudiantes que ingresaron a la Universidad

Tecnológica de Pereira en el segundo semestre de 2006, de los cuales 202 pertenecen a los programas de ingenierías (Industrial, Sistemas y Computación, Eléctrica y Mecánica). Para el procesamiento de información y clasificación de los estudiantes de acuerdo con sus estilos de aprendizaje, se han empleado las técnicas estadísticas: Componentes Principales y Análisis de Cluster.

1. 1. Estilos de Aprendizaje

Con el fin de lograr mayor efectividad en la asimilación de conocimientos por parte del estudiante, se requiere que su estilo predominante de aprendizaje corresponda con la estrategia de enseñanza usada por el docente. De lo contrario, el proceso de aprender se ve obstaculizado y resulta ser poco efectivo.

"Los estilos de aprendizaje son los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos, que sirven como indicadores relativamente estables, de cómo las personas perciben, interaccionan y responden a sus ambientes de aprendizaje" (keefe, 1988)

Los estilos de aprendizaje responden al conjunto de estrategias o métodos que emplean los estudiantes para poder apropiarse un conocimiento sea este declarativo o procedimental. Y están estrechamente relacionados

con la personalidad y la capacidad cognitiva del sujeto. No existe un único estilo de aprendizaje, un mismo estudiante puede emplear distintas estrategias para aprender en relación con la situación de aprendizaje a la que se enfrenta. Todos los estilos están en función de las fortalezas de la persona y no de sus debilidades, por lo que el o los estilos predominantes de aprendizaje podrán garantizar un aprendizaje efectivo siempre y cuando los requerimientos de la tarea a realizar se adapten a las características del estilo empleado.

Existen muchas clasificaciones de estilos de aprendizaje pero para esta investigación nos apoyamos en la teoría de Honey y A. Mumford (1986) que propone 4 estilos a saber: activo, reflexivo, teórico y pragmático.

A continuación se da una breve descripción de cada estilo:

Estilo Activo: Son personas de mente abierta, nada escépticos, abordan con entusiasmo las nuevas tareas. Generalmente tratan de intentar todo por lo menos una vez. Se crecen ante los desafíos que suponen nuevas experiencias y se aburren con los largos plazos. Son personas muy sociables que se involucran en los asuntos de los demás y centran a su alrededor todas las actividades.

Estilo Reflexivo: Antepone la reflexión a la acción, observa con detenimiento las distintas experiencias. Recogen datos, analizándolos minuciosamente antes de llegar a alguna conclusión. Son prudentes, les gusta considerar todas las alternativas posibles antes de realizar un movimiento, disfrutan observando la actuación de los demás, escuchan a los demás y no intervienen hasta que no se han adueñado de la situación

Estilo Teórico: Los estudiantes que tienen preferencia por el estilo teórico adaptan e integran las observaciones dentro de teorías lógicas y completas. Enfocan los problemas de forma escalonada, por etapas lógicas. Tienden a ser perfeccionistas. Prefieren integrar los hechos en teorías coherentes mediante el análisis y la síntesis. Buscan la racionalidad y la objetividad huyendo de lo subjetivo y lo ambiguo

Estilo Pragmático: Su punto fuerte es la experimentación y la aplicación de ideas. Descubren el aspecto positivo de las nuevas ideas y aprovechan la primera oportunidad para experimentarlas. Les gusta actuar rápidamente y con seguridad con aquellas ideas y proyectos que les atraen. Tienden a ser impacientes cuando hay personas que teorizan. Su filosofía es "siempre se puede hacer mejor, si funciona es bueno".

1.2. Cuestionario Honey – Alonso de Estilos de Aprendizaje

Es un instrumento de 80 afirmaciones, 20 por cada estilo organizadas de manera aleatoria, a las que el estudiante debe responder 1 si esta de acuerdo y 0 si

está en desacuerdo. Todas las preguntas deberán ser contestadas y al final se calculará el puntaje obtenido por cada uno de los estudiantes en cada uno de los estilos. A partir de estos resultados se tratará de encontrar la relación existente entre los estilos, a saber: pragmático, reflexivo, teórico y activo.

2. TECNICAS ESTADÍSTICAS APLICADAS

2.1. Componentes Principales [2]

Un problema clave en el análisis de datos multivariados es la reducción de la dimensión de los mismos: si es posible describir con precisión los valores de p variables por un pequeño subconjunto $r < p$ de ellas, se habrá reducido la dimensión del problema a costa de una pequeña pérdida de información.

El análisis de componentes principales tiene este objetivo: dadas n observaciones de p variables (para el caso analizado son $n=759$ estudiantes y $p=80$ preguntas) analiza si es posible representar adecuadamente esta información con un número menor de nuevas variables construidas estas, como combinaciones lineales de las originales. Por ejemplo, si se tiene un grupo de variables altamente dependientes es frecuente que con un número pequeño de nuevas variables (menos del 20% de las originales) expliquen la mayor parte (más del 80%) de la variabilidad original.

La utilidad del análisis de componentes principales es doble porque:

- Permite representar óptimamente en un espacio de dimensión pequeña, observaciones de un espacio general p -dimensional. En este sentido componentes principales es el primer paso para identificar posibles variables escondidas o no observadas, que están generando la variabilidad de los datos.
- Permite transformar las variables originales, (en general correlacionadas), en nuevas variables incorrelacionadas, facilitando así la interpretación de los datos.

Así, si se dispone de los valores de p -variables en n elementos de una población, dispuestos en una matriz X de dimensión $n \times p$, donde las columnas son las variables y las filas los elementos, representar puntos p dimensionales con la mínima pérdida de información en un espacio de dimensión uno es equivalente a sustituir las p variables originales por una nueva variable, z_1 , que resuma óptimamente la información. Esto supone que la nueva variable debe tener globalmente máxima correlación con las originales o, en otros términos, debe permitir prever las variables originales con la máxima precisión. Esto no será posible si la variable nueva toma un valor semejante en todos los elementos. En la figura 1, se observa que la variable escalar obtenida al proyectar los puntos sobre la recta Z_1 , indicada en la figura 1, no es la línea de

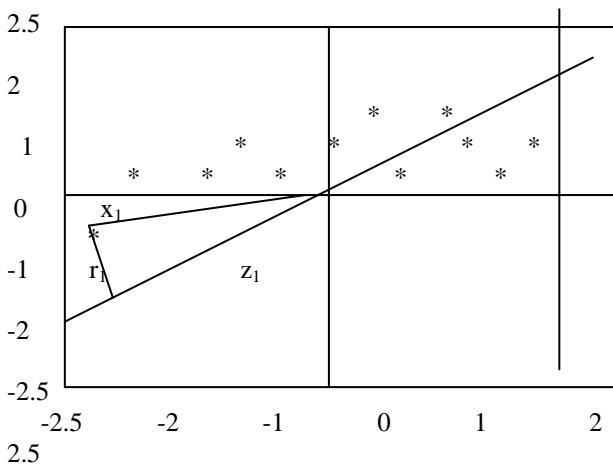


Figura 1. Recta que minimiza distancias ortogonales de los puntos a ella.

regresión de ninguna de las variables con respecto a la otra, que se obtiene minimizando las distancias verticales u horizontales, sino que al minimizar las distancias ortogonales o de proyección se encuentra entre ambas rectas de regresión.

Este enfoque puede ser extendido para obtener el mejor subespacio resumen de los datos de dimensión 2. Para ello se calcula el plano que mejor aproxima los puntos. El problema se reduce a encontrar una nueva dirección definida por un vector unitario, a_2 , que sin pérdida de generalidad, puede tomarse ortogonal a a_1 , y que verifique la condición de que la proyección de un punto sobre este eje maximice las distancias entre los puntos proyectados. Estadísticamente esto equivale a encontrar una segunda variable z_2 , incorrelacionada con la anterior, z_1 y que tenga varianza máxima. En general la componente $z_r(r < p)$ tendrá varianza máxima entre todas las combinaciones lineales de las p variables X originales, con la condición de estar incorrelacionada con las z_1, \dots, z_{r-1} previamente obtenidas

La forma de hallar los componentes principales se describe en PEREZ [1].

2.2. Análisis de Cluster

El análisis cluster es un método estadístico multivariante de clasificación automática de datos. A partir de una tabla de casos-variables, trata de situar los casos (individuos) en grupos homogéneos, conglomerados o clusters, no conocidos de antemano pero sugeridos por la propia esencia de los datos, de manera que individuos que puedan ser considerados similares puedan ser asignados a un mismo cluster, mientras que individuos diferentes (disimilares) se localicen en clusters distintos. La diferencia esencial con el Análisis Discriminante estriba en que en este último es necesario especificar previamente los grupos por un camino objetivo. El análisis cluster define grupos tan distintos como sea posible en función de los propios datos.

Puesto que la utilización del análisis cluster ya implica un desconocimiento o conocimiento incompleto de la clasificación de los datos, el investigador ha de ser consciente de la necesidad de emplear varios métodos, ninguno de ellos incuestionable, con el fin de contrastar los resultados.

Existen dos grandes tipos de Análisis de Clusters: Aquellos que asignan los casos a grupos diferenciados que el propio análisis configura, sin que unos dependan de otros, se conocen como *no jerárquicos*, y aquellos que configuran grupos con estructura arborescente, de forma que clusters de niveles más bajos van siendo englobados en otros de niveles superiores, se denominan *jerárquicos*. Los métodos no jerárquicos pueden, a su vez, producir *cluster disjuntos* (cada caso pertenece a un y sólo un cluster), o bien *solapados* (un caso puede pertenecer a más de un grupo). Estos últimos, de difícil interpretación, son poco utilizados.

Una vez finalizado un análisis de clusters, el investigador dispondrá de su colección de casos agrupada en subconjuntos jerárquicos o no jerárquicos. Podrá aplicar técnicas estadísticas comparativas convencionales siempre que lo permita la relevancia práctica de los grupos creados; así como otras pruebas multivariantes, para las que ya contará con una variable dependiente "grupo", aunque haya sido artificialmente creada.

Se podría pensar, por ejemplo, en la aplicación de regresión logística y análisis discriminante con posibles nuevas variables independientes. (Utilizar las mismas que han servido para la confección de los grupos no sería una práctica correcta puesto que se quiere medir el comportamiento de la nueva variable independiente en cada uno de los grupos, por tanto esta variable debe ser diferente a aquellas con las que se formó la función discriminante). También serían aplicables pruebas de asociación y análisis de correspondencias. El análisis cluster se puede utilizar para agrupar individuos (casos) y también para agrupar variables. En esta investigación se utiliza el análisis cluster para agrupar individuos de acuerdo con los estilos de aprendizaje. Es decir los estudiantes de ingenierías se clasifican en cada uno de los grupos: pragmático, activo, reflexivo o teórico.

3. APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS ESTADÍSTICAS [3]

3.1 Componentes Principales

A continuación se presentan los resultados obtenidos del procesamiento con el software SPSS (Statistical Package for Social Sciences, versión 12) al aplicar la técnica de Componentes Principales a las puntuaciones obtenidas por los estudiantes en cada uno de los cuatro estilos (pragmático, teórico, reflexivo, activo).

Estadísticos descriptivos

	Media	Desviación típica	N del análisis
Puntaje estilo activo	11,22	3,006	202
Puntaje estilo reflexivo	15,72	2,142	202
Puntaje estilo teorico	14,29	2,541	202
Puntaje estilo pragmatico	13,81	2,773	202

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de las variables

La tabla 1 muestra las estadísticas descriptivas para los puntajes totales que tienen registrados en la base de datos los estilos para cada estudiante (759). El puntaje para estilo reflexivo el de mayor puntuación promedio.

Varianza total explicada						
Componente	Valores iniciales			Suma de cuadrados de la extracción		
	Total	% de Varianza	Acumulada %	Total	% de Varianza	Acumulada %
	1	1,62	40,687	40,687	1,627	40,687
2	1,31	32,976	73,663	1,319	32,976	73,663
3	0,60	15,082	88,745			
4	0,45	11,255	100,000			

Método de extracción: Análisis de Componentes Principales

Tabla 2. Varianza total explicada

La tabla 2 presenta los porcentajes individuales y acumulados de la varianza total explicada por cada componente, para la solución rotada y no rotada. El porcentaje de variación total explicado por los componentes en conjunto es de 73.66%, si se incluye un tercer componente la variación total explicada es del 88.74%, pero se entraría a evaluar hasta que punto se llega a generar casi una componente por variable y no estaría cumpliendo efectivamente el objetivo de la técnica de componentes principales que es reducir el espacio y explicar el problema con un número menor de variables.

En la tabla 3 al aplicar el procedimiento de rotación VARIMAX¹ se observa la definición de cargas de las variables sobre una determinada componente, facilitando la interpretación de las mismas.

	Componente	
	1	2
Puntaje estilo teorico	,834	,108
Puntaje estilo reflexivo	,767	-,094
Puntaje l estilo pragmatico	,310	,832
Puntaje estilo activo	-,291	,828

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

Tabla 3. Matriz de componentes rotados

¹ Método de rotación ortogonal que minimiza el número de variables que tienen saturaciones altas en cada componente, simplificando la interpretación de componentes.

Con la rotación se logra que los puntajes de estilo Teórico (.834) y Reflexivo (.767), definan su carga en mayor proporción sobre el primer factor (componente 1) y las los puntajes de estilo pragmático (.832) y Activo (.828) cargan alto sólo en el segundo factor (componente 2). Por lo anterior se decide bautizar a los factores o componentes de la siguiente manera: el primero es FACTOR REFLEXIVO-TEÓRICO, el segundo FACTOR PRAGMATICO-ACTIVO.

Es importante recordar que las variables que cargan alto en un factor están altamente correlacionadas entre sí y a su vez tienen poca correlación con las variables que carguen alto en otro factor, por la ortogonalidad presente entre los componentes.

El análisis de componentes principales entrega como resultado las variables resumidas en dos factores, además, confirma que entre los puntajes para los estilos Reflexivo-Teórico y los estilos Pragmático-Activo no existe relación en este conjunto de datos.

Gráfico de componentes en espacio rotado

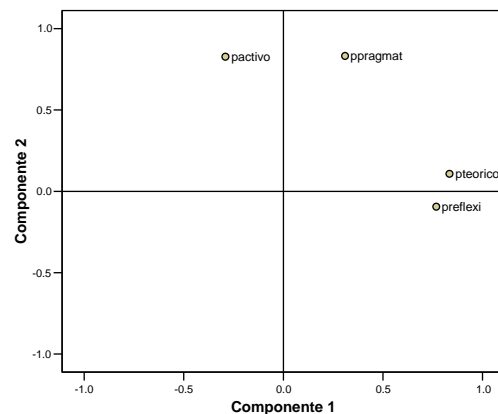


Figura 2. Gráfico de componentes en espacio FACTOR REFLEXIVO-TEÓRICO (componente 1), el segundo FACTOR PRAGMATICO-ACTIVO (componente 2)

En la figura 2 se representa la relación entre las variables en estudio y las componentes extraídas. Puede observarse como las variables están más cerca de aquella componente sobre la que cargan más alto

3.2. Análisis de Cluster

Con las puntuaciones obtenidas para los dos factores que surgen de la aplicación del método CP², se genera un plano que luego dividimos en 4 conglomerados para facilitar la lectura de pertenencia de los individuos al aplicar la técnica de Cluster o conglomerados.

² CP: Componentes Principales

Centros de los conglomerados finales

	Conglomerado			
	1	2	3	4
FACTOR QUE REPRESENTA EL ESTILO TEORICO REFLEXIVO (36.95)	,94140	,59160	-1,11571	-,57046
FACTOR QUE REPRESENTA EL ESTILO ACTIVO PRAGMATICO (34.4)	,27639	-1,18577	-1,27751	,65422

Tabla 4. Centros de los conglomerados finales

La Tabla 4, representa la media de cada componente en cada uno de los cuatro conglomerados (cluster) un estudiante de ingenierías será clasificado en el cluster cuya información se asemeje más al vector de medias.

Conglomerado 1	61
2	32
3	26
4	83
Total estudiantes clasificados	202

Tabla 5. Número de casos en cada conglomerado

La tabla 5, representa el número de estudiantes de ingenierías que se clasificó dentro de cada uno de los conglomerados.

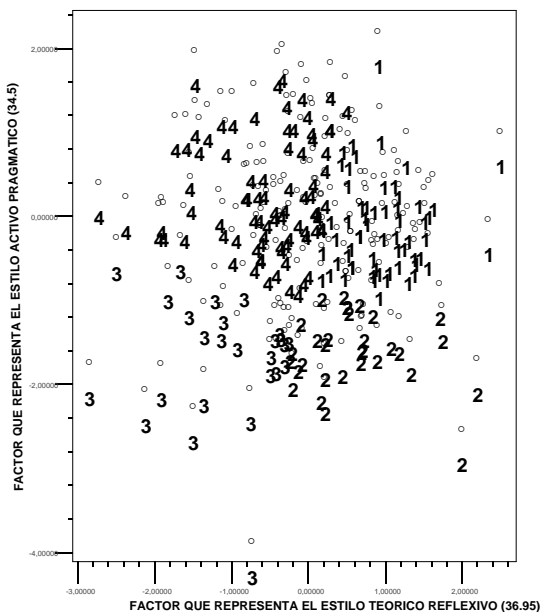


Figura 3. Clasificación de estudiantes de ingenierías en conglomerados para los factores

La numeración de los conglomerados en la figura 3 se interpreta de la siguiente manera:

Conglomerado 1: Corresponde a aquellos estudiantes que están por encima de la media en los puntajes para cada estilo (pragmático, activo, reflexivo y teórico) (Ver Tabla 1). Es decir, que pueden responder a una variedad de situaciones de aprendizaje sin mayores

dificultades, ya que hay predominancia de todos los estilos aprendizaje.

Conglomerado 2: Corresponde a aquellos estudiantes que están por encima de la media en los puntajes para los estilos reflexivo y teórico, pero por debajo de la media en los puntajes para los estilos pragmático y activo.

Conglomerado 3: Corresponde a aquellos estudiantes que están por debajo de la media en los puntajes para todos los estilos de aprendizaje (pragmático, activo, reflexivo y teórico).

Conglomerado 4: Corresponde a aquellos estudiantes que están por encima de la media en los puntajes para los estilos de aprendizaje pragmático y activo, pero por debajo de la media en los puntajes para los estilos reflexivo y teórico.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La educación del siglo XXI, exige una reflexión sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje. El aprender a aprender se ha convertido en el mantra de la educación, es necesario indagar como son los procesos de aprendizaje que caracterizan al estudiante que llega a las IES de manera que se les puedan brindar herramientas que les permitan ser hábiles aprendices para toda la vida.

Este estudio permite identificar la situación real frente a los estilos de aprendizaje para el grupo de estudiantes participantes. La combinación de las técnicas estadísticas multivariadas CP y cluster facilitan la labor del orientador porque permiten identificar con facilidad las necesidades puntuales de los estudiantes reuniéndolos por grupos, situación que de otra manera es muy compleja en el análisis individual que típicamente se emplea para evaluar los resultados de la prueba empleada.

Se concluye que sólo 30% de los estudiantes (conglomerado 1) tienen alto nivel en los cuatro estilos evaluados y por tanto su proceso de aprendizaje será fácil. De otro lado 42% (conglomerado 4) de ellos tienen bajo nivel en los cuatro estilos de aprendizaje y seguramente tendrán dificultades académicas, por que su proceso de aprendizaje es memorístico. [5] Esta situación esta influenciada por la forma de aprender que los estudiantes han empleado durante los 11 años de formación previa. Para facilitar que los estudiantes alcancen niveles de aprendizaje más constructivos fundamentales en la apropiación del conocimiento científico [6] es necesario brindar las herramientas de desarrollo de los estilos a los 141 estudiantes que tienen deficiencias en todos los estilos o en unos en particular (conglomerados 1,2 y 3).

El 70% de estudiantes que requiere una intervención pronta en el desarrollo de por lo menos, uno de los estilos y con ello mejorar sus procesos de aprendizaje para lograr un mejor desempeño académico.

Con los cuatro grupos generados se recomienda lo siguiente: Conglomerado 1, no es necesaria la intervención pues es el grupo que se caracteriza por usar el estilo adecuado ante cada circunstancia de enseñanza-aprendizaje que se le plantee. Conglomerado 2, requiere intervención para desarrollar sus estilos de aprendizaje pragmático y activo. Conglomerado 4, requiere intervención para desarrollar sus estilos de aprendizaje reflexivo teórico y conglomerado 3, requiere intervención para desarrollar todos los estilos, se considera que este último conglomerado agrupa los estudiantes que serán posibles desertores si no son intervenidos a tiempo y de manera pertinente.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] PEREZ, Cesar, Técnicas Estadísticas con SPSS. Prentice Hall. 2001. Pag. 483-488.
- [2] PEÑA, Daniel, Análisis de Datos Multivariantes. Mc Graw Hill. 2002. Pág 137
- [3] DÍAZ Monroy, Luís Guillermo, Estadística Multivariada: Inferencia y métodos. Mc Graw Hill. 2002. Pág.199-202
- [4] ALONSO, Catalina y otros. (1997). Los estilos de Aprendizaje. Procedimientos de diagnóstico y mejora. Ediciones Mensajero. España.
- [5] POZO, J.I. (1996). Aprendices y maestros. Madrid. España. Alianza Editorial.
- [6] POZO, J.J. y GÓMEZ CRESPO, M.A. (1999). Aprender y Enseñar Ciencia. Madrid. España. Ediciones Morata.